

Mejora continua para el proceso de fabricación de Manhole de la empresa INOXPETROL SAS

Geraldyn Castro¹, Lorena Carranza², Diego Hernandez³, William Ruiz⁴, Diego Suarez⁵

¹Estudiante de Ingeniería Industrial – Universidad ECCI Bogotá, Colombia
Correo electrónico: geraldyn.castro@gmail.com

²Estudiante de Ingeniería Industrial – Universidad ECCI Bogotá, Colombia
Correo electrónico: lorenacarranza10@gmail.com

³Estudiante de Ingeniería Industrial – Universidad ECCI Bogotá, Colombia
Correo electrónico: alejandroher.romero@gmail.com

⁴Estudiante de Ingeniería Industrial – Universidad ECCI Bogotá, Colombia
Correo electrónico: williamruiz86@gmail.com

⁵Estudiante de Ingeniería Industrial – Universidad ECCI Bogotá, Colombia
Correo electrónico: suarezveladiegoandres@gmail.com

Resumen

El presente escrito se basa en una problemática identificada en el proceso de fabricación del accesorio “Manhole”, por lo cual se proponen diferentes soluciones en base a la filosofía Kaizen (Mejora Continua), el método de Lean Manufacturing - Kanban y la Herramienta AMEF. A partir de esto se sugiere un plan de mejora para reducir al mínimo por ciento el número de errores en el área de mecanizado del mismo. El resultado obtenido del AMEF fueron las causas raíces principales y de las mismas se tomó la de mayor porcentaje que está generando error en toda la producción ya con esto se propone en 11 pasos la aplicación del método Kanban y con este lograr una disminución del 19% y mejorar todos los procesos de fabricación del accesorio manhole.

Palabras Claves: Kaizen, Manhole, proceso, medición, calidad, productividad, AMEF, errores, Kanban.

Abstract

This article is based on an identified problem in the manufacturing process accessory " Manhole ", so different solutions based on the philosophy Kaizen (Continuous Improvement), the method of Lean Manufacturing proposed - Kanban and FMEA tool. From this an improvement plan is suggested to minimize percent the number of failures in the work area thereof. The result of the FMEA was the cause taproots and the same had the highest percentage that is generating error in all production and with this proposed 11-step implementation of Kanban method and with this achieve a reduction of 19 % and improve all manufacturing processes manhole accessory.

Keywords: Kaizen, Manhole, process, measurement, quality, productivity, FMEA, errors, Kanban.

INTRODUCCIÓN

La propuesta de mejora que se expondrá en el siguiente artículo se deriva del análisis a problemáticas presentadas en la empresa INOXPETROL S.A.S, la cual se dedica a la manufactura de tanques y accesorios para los mismos; actualmente, presenta problemas en la calidad de sus productos e incumplimiento con las especificaciones exigidas según normas o por el cliente; en especial, en la fabricación del accesorio denominado manhole.

Partiendo de la necesidad de reducir los errores en la producción del accesorio manhole, el equipo de trabajo se involucró y observó el proceso de mecanizado, identificando factores que generan reproceso y sobrecostos a la empresa. Razón por la cual se inició la investigación para brindar una propuesta óptima que permita reducir al mínimo porcentaje los errores que se presentan.

Para la ejecución de esta propuesta se inició con el diagnóstico e identificación de los problemas representativos de acuerdo a la información brindada por la empresa. A partir de esto se llevó a cabo las siguientes etapas: Diagnóstico, investigación, análisis y propuesta.

PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa INOXPETROL S.A.S, dedicada a la manufactura de tanques y accesorios para los mismos, actualmente, presenta problemas en la calidad de sus productos, en especial, en la fabricación del accesorio, denominado manhole. En el presente artículo, se identificarán los principales problemas asociados a la fabricación de estos.

En el último semestre, se evidenció un 35% de errores en la producción de manhole. Estos errores, se presentan principalmente por fallos en las operaciones ocasionados mayoritariamente por la equivocación de los operarios. La presión ejercida sobre los trabajadores en periodos de mayores solicitudes aumenta notoriamente los defectos en el producto final. Así mismo, genera que se incumplan los estándares en el proceso de producción.

Al involucrarnos en el proceso, podemos identificar que se presentan inconsistencias desde el inicio (planeación) hasta la terminación del producto, la disminución del tiempo de entrega genera constante

presión en la manipulación de las herramientas mecánicas utilizadas por los operarios, quienes a pesar de tener las habilidades requeridas omiten los controles de calidad propuestos y se dejan guiar por su experiencia.

A continuación, presentamos los objetivos propuestos ante la problemática evidenciada

- Analizar las causas raíz que generan los errores en la producción del accesorio manhole.
- Seleccionar un método de Lean Manufacturing que de acuerdo al tipo de producción de Inoxpetrol permita eliminar la principal causa raíz.
- Desarrollar un paso a paso del método identificado con el fin de que la empresa lo implante y disminuya la mayor cantidad de errores identificados en el proceso.
- Dar a conocer el costo – beneficio por la implantación del método vs los gastos de los errores actuales de Inoxpetrol.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados y dar una propuesta acorde a la razón social de la empresa INOXPETROL S.A.S., nos basamos y guiamos con diferentes artículos, revistas científicas y libros, a partir de esto se ha gestionado y estudiado diferentes propuestas para que se puedan aplicar; una posible es la implementación de Six Sigma en las Organizaciones, desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios, logrando impactar en forma significativa en resultados en grandes empresas. Hoy se continúa asociando a Six Sigma con empresas de gran porte. No obstante, los beneficios obtenidos por estas compañías no son garantía de un éxito seguro para cualquier otra empresa. El Six Sigma tiene que ser accesible a todos los integrantes de la empresa y en ella todos deben practicar determinadas destrezas relacionadas con él. Lo que queremos en este documento es quitarle el misterio a esta revolucionaria filosofía gerencial; y mostrar que básicamente el Six Sigma les está enseñando a todos a ser más eficaces y eficientes.

Tener procesos en los que ocasionalmente sucedan errores puede que no parezca un gran problema. Pero cuando se tiene en cuenta cuántos errores pueden estar acechando los procesos corporativos, el impacto económico en la productividad total, la satisfacción al

cliente y la rentabilidad se multiplican dramáticamente.

El enfoque de Six Sigma busca ayudar a identificar lo que se desconoce además de enfatizar en lo que debería conocer, y en qué debería tomar acción para reducir los errores y el reproceso que le cuestan ese tiempo, dinero, oportunidades y clientes. Six Sigma traduce ese conocimiento en oportunidades para el crecimiento de la empresa. (MONTROYA, 2008)

Implementación de un sistema de mejora continua kaizen, para disminuir los desperdicios en los procesos de producción de troquelado y pintura, lo cual contribuya a alcanzar unos índices de eficiencia y competitividad en la organización. Para cumplir con este propósito se plantearon objetivos específicos direccionados a diagnosticar la situación actual del área de troquelado y pintura, en lo referente a los procesos y factores de producción que afectan la gestión, mediante su descripción y evaluación; con la finalidad de hallar como disminuir y/o eliminar los desperdicios en los procesos de producción de la línea automotriz (OEM); esto mediante la capacitación del personal sobre el uso y aplicación de las herramientas de mejoramiento continuo (Kaizen) en sus procesos, esto diseñando una metodología para la implementación de la propuesta Kaizen, así mismo se validara la propuesta mediante los resultados obtenidos en la implementación. Con el Kaizen se busca mejora en la empresa como en los procesos y en la formación de los empleados o del Recurso Humanos y dicha mejora sólo es posible cuando se puede afirmar que las cosas se hacen de una mejor manera, a partir de la calidad, la productividad. Aquellas empresas que no aplican Kaizen no llegan a alcanzar objetivos de mejora. (CARDONA, 2013)

Descripción De La Metodología Six Sigma Y Lean Manufacturing, A diario se escucha hablar de calidad, concebida de muchas maneras, este término no es más la percepción del cliente, se ha convertido en toda una industria. Dentro de esta industria hay los sistemas de calidad, las metodologías y afines, cada una con su particularidad, creada ya en Japón, ya en Estados Unidos, ya en Europa, y aplicada en los más diversos campos empresariales. Para llevar a cabo los proyectos Six Sigma se ha establecido una metodología que por sus siglas en inglés es conocida como DMAIC y se constituye como a continuación se describe:

DEFINE: Mapeo de procesos y Modelamiento. Identificar proyectos, Champion y Dueños de proyectos. Determinar requerimientos de Clientes. Definir el problema, objetivos, metas y beneficios. Definir Análisis de recursos. Mapear el proceso. Desarrollar plan del proyecto.

MEASURE: Análisis de las mediciones del sistema y capacidad del proceso. Determinar las variables X's y Y's. Determinar definiciones operacionales. Establecer estándar de desempeño. Realizar recolección de datos y plan de muestreo. Validar las mediciones. Análisis de las mediciones. Determinar capacidad del proceso y niveles bases.

ANALYZE: Pruebas estadísticas, modelamiento y análisis de causa raíz. Realizar Benchmark de los procesos y productos. Establecer relaciones de causalidad basados en los datos. Análisis del mapa de proceso. Determinar las causas raíces usando los datos.

IMPROVE: Brainstorming, diseño de experimentos y validación. Diseño de experimentos. Desarrollar soluciones alternativas. Análisis de riesgos y beneficios de las soluciones. Validar la solución elegida usando un piloto. Implementar la solución. Determinar la efectividad de la solución analizando los datos.

CONTROL: Control estadístico de procesos. Control estadístico de procesos. Determinar necesidades de control (Mediciones, diseño de indicadores, etc). Implementar y validar controles. Desarrollar planes de transferencia. Obtener beneficios de la implementación de la solución. Cerrar el proyecto y comunicar los resultados.

Lean manufacturing, propende a no realizar ninguna actividad que no genere valor para el producto (desperdicio), haciendo el proceso más ágil. Por su parte Six Sigma reduce la variabilidad de aquel proceso a través de su conjunto actuar con los lineamientos de Gestión Procesos y la Teoría de Restricciones logran en la empresa, excelencia en resultados. (Ramírez, 2009).

Según Mauricio Rodríguez Martínez, la estandarización es vital para el crecimiento de la empresa. Lo importante es llevarla a cabo de una manera adecuada a las necesidades de las pequeñas empresas. Un proceso que mantiene las mismas condiciones, produce los mismos resultados. Por tanto,

si se desea obtener los resultados esperados consistentemente, es necesario estandarizar las condiciones, incluyendo materiales, maquinaria y equipo, métodos, procedimientos, el conocimiento y habilidad de la gente. Si se quiere lograr una estandarización efectiva, es necesario que todos los miembros del proceso participen en la selección y documentación de un método, así como también que reciban la capacitación necesaria. (RESTREPO & LÓPEZ, 2012)

En la actualidad las organizaciones con el afán de alcanzar el éxito han buscado distintos caminos o herramientas para que sus procesos sean competitivos y que estos puedan cumplir con las especificaciones o requerimientos de calidad establecidos por sus clientes. Es aquí donde inicia la era de la evolución, los conceptos empresariales y los modelos de gestión de las empresas. Para conseguir el éxito en el mercado, las organizaciones tienen que adaptar casi de forma continua sus estructuras mentales o paradigmas de actuación a la riqueza de enfoques e información que la realidad permanentemente ofrece. El problema que se presenta en este concepto de la calidad radica en la diferente percepción de los clientes o consumidores pueden tener sobre las características un mismo producto o servicio, dicho en otras palabras, el inconveniente se encuentra en el resultado sobre la apreciación de calidad que varía en función del posicionamiento del intérprete, presentado así discrepancias entre la empresa y el consumidor final.

Una de estas es la metodología Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMFE), tiene por objeto la identificación y análisis de las potenciales desviaciones, ya que se trata de un método cuali-cuantitativo para la prevención integral de los riesgos o modos de fallo. Al obtener el número de prioridad de riesgo, se puede aplicar otros elementos de control de la calidad para obtener una estratificación de los defectos que más afecten la calidad del producto como lo son diagrama de Pareto, histogramas, nivel sigma, cartas de control para variables y atributos. (Aragón., 2016)

Otra metodología muy conocida para resolver problemas son las 8 Disciplinas, originalmente fue desarrollada por Ford Motor Company introducida en 1987 dentro del manual titulado “Team Oriented Problem Solving” (TOPS – “Equipo Orientado Resolución de Problemas”). La metodología 8 D’s es mas efectiva cuando se se trata de problemas cronicos

recurrentes, principalmente defectos o problemas con la garantía. El enfoque de las 8 D’s fue hacer frente a problemas y así identificar las debilidades en los sistemas que permitieron que el problema se presentara por primera vez. (García, 2014)

Las 8 D’s

D1 Integrar el Equipo: Este equipo deberá ser multidisciplinario y formado por personal involucrado o relacionado con el problema, y con los conocimientos, habilidades e inclusive la autoridad para dar una solución al problema. Asimismo, será necesario explicar claramente a todos los miembros su papel, la estructura y responsabilidades.

D2 Definir el Problema: Para iniciar a resolverlo, debemos conocer y entender claramente cuál es el problema. A pesar de lo obvio que parezca, este suele ser una falla recurrente.

D3 Aplicar y verificar las medidas de contención preliminares: Es necesario definir de manera inmediata las acciones de contención para controlar el problema, así como evaluar que estas medidas sean adecuadas y efectivas en tanto se definen las acciones definitivas

D4 Identificar y verificar la(s) causa(s) raíz: Esta es una de las etapas críticas del proceso; si no se identifican adecuadamente las causas que han provocado el problema, las acciones que se establezcan serán poco o nada efectivas para resolverlo.

D5 Definir y verificar las acciones correctivas definitivas: Determinar las acciones correctivas con base en la(s) causa(s) raíz identificadas previamente (D4) teniendo en cuenta su impacto en otras áreas/procesos o funciones dentro de la organización.

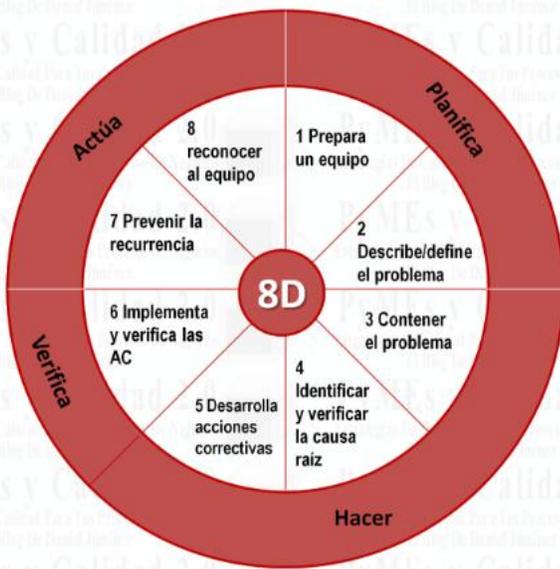
D6 Implementar y monitorear acciones correctivas permanentes: Aplicar las acciones correctivas identificadas previamente (D5) y medir su efectividad para confirmar si las acciones definidas arrojan los resultados esperados. Esta es también una etapa crítica ya que usualmente no tomamos en cuenta la efectividad de las acciones.

D7 Evitar la repetición del problema: Para evitar que se vuelva a presentar el mismo problema, es necesario que estandaricemos las actividades y

difundamos en toda la organización el conocimiento obtenido como resultado de la solución del problema.

D8 Reconocer y felicitar el equipo: Debemos reconocer el esfuerzo de cada integrante del equipo en la solución del problema. Esta fase se debe tener muy presente en cada análisis, ya que si el esfuerzo no es reconocido es probable que en la siguiente ocasión el personal se reúse a colaborar nuevamente. (García, 2014)

Figura 1. Metodología Las 8 Disciplinas



(Jimenez, 2012)

En el ámbito operativo existen muchos factores por medio de los cuales se ve afectada la producción de la mayoría de las empresas. Factores como reprocesos, malas especificaciones del producto y una mala administración de los recursos, nos llevan a tener un costo adicional dentro del proceso de producción; el análisis y estudio de estos factores pueden contribuir a mejorar el proceso productivo volviéndose más óptimo y eficiente, generando así la programación de todas las actividades de acuerdo con una orden de trabajo específica. Todo estudio analítico de trabajo, hecho de una manera sistemática va dando a descubrir uno por uno los puntos donde se desperdician tiempos y energías que pueden ser útiles en las operaciones de trabajo. Para suprimir este desperdicio hay que determinar sus causas, que suelen ser la mala planificación y organización, un control insuficiente, una formación inadecuada de los trabajadores y la falta

de un buen estudio de métodos y tiempos de producción. (LONDOÑO, 2007)

Teniendo en cuenta la ciencia de la metrología, en muchas ocasiones, para evaluar, la calidad de los datos capturados se realiza lo que se denomina un estudio de errores de medida con la finalidad de cuantificar la imperfección del método e instrumento utilizado. Realmente se trata, desde el enfoque de la incertidumbre, de contribuciones a la incertidumbre. Además, se suelen utilizar expresiones convencionales para calcular el límite máximo de los distintos errores mezclando las probabilidades de cobertura de los mismos. Estos aspectos son incompatibles con la aplicación de la ley de propagación de las incertidumbres la cual requiere aplicar rigurosamente la misma probabilidad de cobertura a las incertidumbres de todas las variables de partida, además de trabajar con desviaciones típicas, dejando los valores máximos (o incertidumbres expandidas a la probabilidad de cobertura que se desee) para los valores finales de la propagación. Teniendo en cuenta este tratamiento. (Armenteros, Balboa, & Mingorance, 2010)

La medición mediante escalas y la verificación con calibres y patrones son varios de los métodos más comunes para determinar las dimensiones de las piezas. Todo proceso de este tipo tiene limitaciones asociadas a los medios empleados, los instrumentos, por ejemplo, tienen una apreciación finita, por lo que siempre existirá una magnitud mínima que se puede detectar, pero además si vamos más allá, empezarán a revelarse las irregularidades de forma, típicas de toda superficie o al aumentar aún más finalmente detectaremos la naturaleza atómica o molecular del material con lo que la magnitud que se mide, dejará de estar definida. Estas y otras razones son la que denominan el concepto de error en la medición, que en algunos casos se genera por procesos aleatorios, y en otros, influenciado por el sistema de medición, desviarán el valor obtenido del correcto y existirán hasta crasos desaciertos del investigador, que afectarán de conjunto el resultado final. Si se realiza una serie de mediciones en una misma superficie, se obtendrán diferentes valores, de las que es común tomar como más representativa el valor promedio. (Martínez & Rodríguez, 2008)

Al trazar se trasladan, pues las medidas del dibujo, por ejemplo, con aguja de trazador y regla de acero, sobre la pieza de modo visible, siempre que ello sea

necesario para el trabajo posterior. En caso de metales blandos, la punta dura de la aguja de trazar penetra un poco en el material; resulta así un trazo visible y palpable.

Al trazar, hay también casi siempre que realizar mediciones. Habrá que emplear para ello, por lo tanto, los utensilios corrientemente utilizados para medir longitudes y ángulos.

En interés de un trabajo tan exacto como sea posible, en la pieza bruta en la que se trata de realizar un trazo hay que proceder tomando como base siempre una determina recta o superficie plana a partir de las cuales se trazan todas las demás dimensiones. (Bendix, 1973)

Las empresas manufactureras requieren de cambios radicales para lograr la cantidad y calidad requerida de sus producciones y responder a las necesidades del mercado con rapidez, siendo imprescindible para ello una correcta selección del sistema de planificación y control de la producción. La aplicación práctica de una u otra herramienta depende de la clasificación del sistema productivo. (Amelia & Idalianys, 2014)

La planificación de la producción no es más que, dada la previsión de ventas para un horizonte de tiempo, hallar la combinación de producciones, de *stocks* y de recursos globales de la empresa que consiguen cumplir con la demanda de la mejor forma posible. Existen disímiles sistemas y herramientas que permiten efectuar la planificación y control de la producción tales como: MRP (planificación de requerimientos materiales), HPP (planificación jerárquica de la producción), Kanban/JIT (*Just in time* o justo a tiempo), CONWIP, PL (programación lineal), entre otras herramientas. (Amelia & Idalianys, 2014)

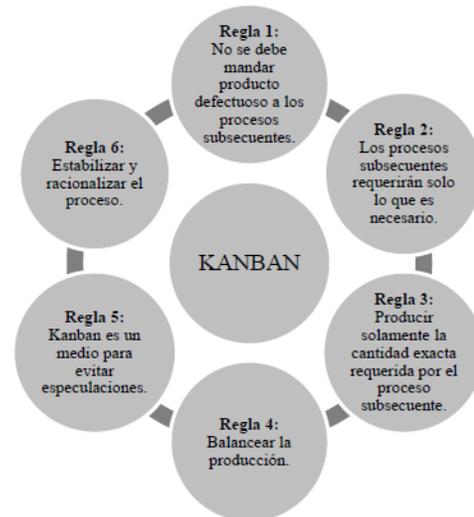
Durante las dos últimas décadas se ha manifestado una tendencia que apunta hacia el incremento del nivel de eficiencia del proceso de manufactura. Un objetivo es tener menos inventario disponible en el proceso, lo cual se conoce como inventario JIT. Con este enfoque, el inventario llega justo a tiempo para ser utilizado durante el proceso de manufactura para producir subpartes, ensamblajes o bienes determinados. Una técnica para implementar JIT es un procedimiento manual llamado Kanban, que en japonés significa “tarjeta”. Con el sistema Kanban de tarjetas dobles, existe un Kanban de Transporte o Kanban C y un Kanban de Producción o Kanban P; este sistema es muy sencillo. (Render, Stair, & Hanna, 2006)

KANBAN (tarjeta de información): Los entornos de producción JIT están caracterizados por el trabajo en pequeños lotes y el control de la producción por medio de un sistema de información denominado *Kanban*. En japonés, “Kanban” significa “etiqueta de información”. La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo. En otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo.

El objetivo principal es satisfacer la demanda real del público consumidor, al mismo tiempo que minimizar los tiempos de entrega, la cantidad en *stock* y los costos. Permitir que sea el mercado quien tire de las ventas, que sea el pedido el que ponga en marcha la producción, y no la producción la que se ponga a buscar un comprador. Es por esto que Kanban es considerado como un sistema de control de producción del tipo *pull*. (Amelia & Idalianys, 2014)

La metodología Kanban esta basada en un conjunto de seis reglas, las cuales se presentan en la Fig 2. En el desarrollo de este tipo de técnicas, es muy comun ver adheridas tarjetas (o simplemente tarjetas de tareas) en un tablero o en una pared, las cuales son conocidas como “Tareas Kanban”. (Serna, Campuzano, & Cortes, 2015)

Figura 2. Reglas de Kanban



(Serna, Campuzano, & Cortes, 2015)

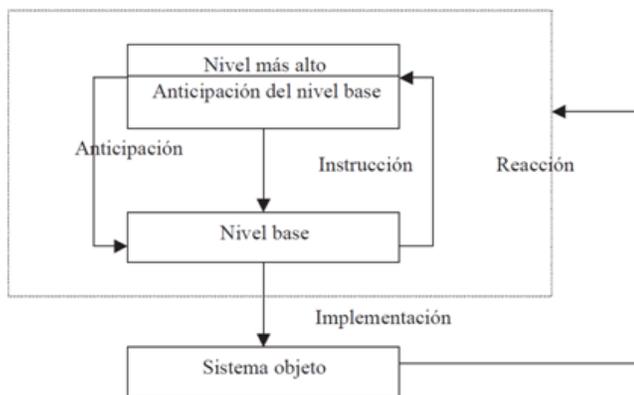
Para cualquier tipo de organización, la planificación resulta de vital importancia. En particular, la planificación de la producción es reconocida como un problema complejo, que implica el manejo de una gran

cantidad de variables y restricciones. Una buena planificación de las operaciones asociadas a la producción u obtención de bienes, constituye uno de los grandes retos de las empresas manufactureras.

La Planificación Jerárquica de la Producción (PJP), reconoce en el sistema de gestión de la producción diversos niveles u horizontes con problemas de decisión particulares, con un manejo agregado del tiempo y de los datos de las diversas entidades identificables y con la exigencia fundamental de lograr sinergia entre las diferentes decisiones que se toman en tal sistema. El enfoque jerárquico se fundamenta en la agregación de tres elementos principales: los productos (tipos, familias, productos, componentes), los recursos (personal, equipos) y la escala de tiempo.

En la búsqueda de una solución para el problema global a partir de las soluciones de cada nivel, se debe garantizar que las soluciones que se planteen en los niveles más independientes o niveles superiores sean factibles en los niveles más dependientes o inferiores. Este esfuerzo de valorar el impacto de las decisiones de los niveles superiores en los niveles inferiores se denomina anticipación. Un nivel inferior anticipado, es un nivel que ha sido considerado en el nivel superior en su correspondiente toma de decisiones. En cualquier caso, el nivel superior a partir de sus decisiones emite una instrucción para el nivel inferior. Además de la anticipación y las instrucciones, entre los niveles superior e inferior existe también la reacción, es decir, la posibilidad de los niveles más bajos de responder frente a las decisiones tomadas en los niveles más altos generándose una retroalimentación en la estructura. (Garavito, Gómez, & Cabrera, 2013)

Figura 3. Metodo PJP

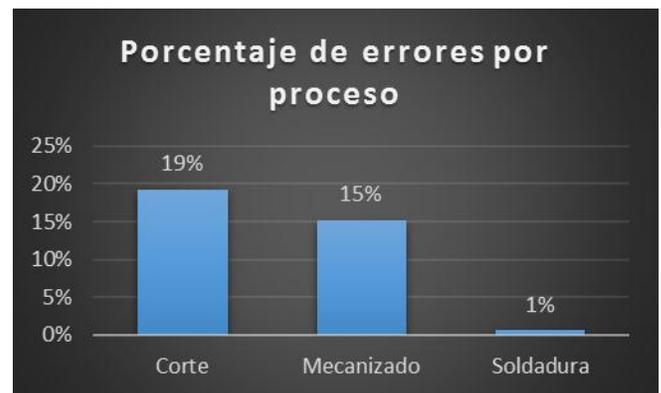


(Osorio & Motoa, 2008)

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Después del estudio del proceso de producción del accesorio Manhole y con los datos estadísticos donde se identificaron que dentro del proceso de corte de lámina (Cuello) se está generando un error del 19% sobre el total de la producción de 518 Manhole como se muestra en la figura 4, lo cual afecta de manera directa el proceso de rolado creando inconsistencias en las medidas estandarizadas y solicitadas por los clientes.

Figura 4 Porcentaje de errores por proceso



Fuente: Autores

De acuerdo a lo investigado, nos basamos en el método para resolver problemas (8 disciplinas) enfocados solamente a Planificar, Hacer y verificar. Aparte de este método se utilizó la Herramienta AMEF y el diagrama de Pareto con los cuales se determinó el número de probabilidad del riesgo de cada causa y de esta manera proceder con el tratamiento de la misma de acuerdo al nivel de prioridad resultante. Esta parte final quedó plasmada en la propuesta para tener un proceso controlado.

RESULTADOS

A continuación, se desarrolló la identificación de causa raíz del problema:

Tabla 1. Análisis Modal Causa de Fallos y Efectos AMEF

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										
Producto: MANHOLE ATMOSFERICO EN ACERO INOXIDABLE							Proceso: Producción Manhole			
							Proceso Evaluado: Mecanizado			
Observaciones:										
NOMBRE DEL ÁREA	OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO No.	FALLOS POTENCIALES				ENSAYO ACTUAL			
			MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLO	G	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	F	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	D	IPR
MECANIZADO	Trazo y corte de laminas	1.1	Trazos deficientes	Identificación dificultosa de trazos	1	Estado de Animo del operario.	2	NINGUNA	1	<u>2</u>
						Presión por cumplir con el pedido solicitado	4	NINGUNA		<u>4</u>
						Realización de operación a criterio personal.	6	NINGUNA		<u>6</u>
		1.2	Cortes defectuosos	Rechazos de láminas, Reparaciones, Reproceso, Desperdicios.	9	Estado de Animo del operario.	3	NINGUNA	1	<u>27</u>
						Presión por cumplir con el pedido solicitado	4	NINGUNA		<u>36</u>
						No se efectuan revisiones adecuadas durante el proceso	10	NINGUNA		<u>90</u>
	Mal manejo equipos de corte.					3	NINGUNA	<u>27</u>		
	Uso de equipos manuales para realizar el Corte.					7	NINGUNA	<u>63</u>		
	Rolado de Lámina	2.1	Reducción de espesor de la lamina	Genera desgastes y reducción en el espesor en la lamina	8	No existe indicador en la maquina para evidenciar la presion ejercida por los rodillos	2	NINGUNA	1	<u>16</u>
	Mecanizado de partes y piezas en torno	3.1	Daños en piezas a mecanizar	Genera desperdicios	7	No se efectuan revisiones adecuadas durante el proceso	4	NINGUNA	1	<u>28</u>
						No se siguen los estandares del proceso.	4	NINGUNA		<u>28</u>
						Errores en lectura de instrumentos de medicion y	4	NINGUNA		<u>28</u>
		3.2	Impresión en medidas según estandares	Desperdicios. Reprocesos. Retrazos en tiempos de entrega de las piezas.	4	Dificultad de identificar la presión de las medidas en el	6	NINGUNA	1	<u>24</u>
						Procedimientos de medición con herramientas mecanicas.	6	NINGUNA		<u>24</u>
						Estado de animo del operario.	2	NINGUNA		<u>8</u>
Presión por cumplir con la demanda solicitada.						7	NINGUNA	<u>28</u>		
Soldadura y Ensamble de Piezas	4.1	Cordones imperfectos	Reprocesos. Retrazos en tiempos de entrega de las	8	Posición inadecuada del operario y las piezas al soldar.	1	NINGUNA	1	<u>8</u>	

Fuente. Autores

NPR1¹: Número de prioridad del riesgo

¹ El NPR es el producto matemático de la severidad, la ocurrencia y la detección

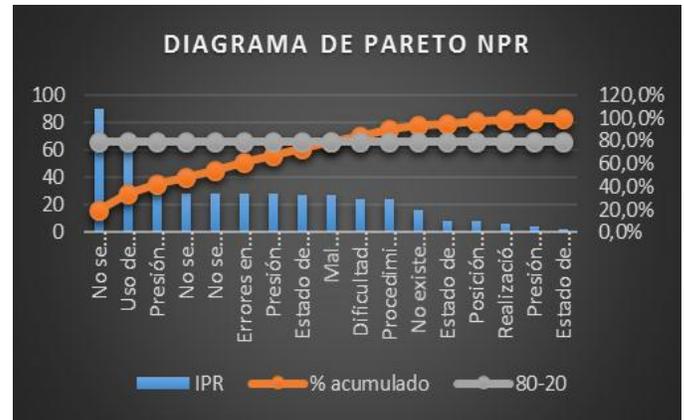
A partir del resultado generado en la Prioridad del riesgo (NPR), se realiza el diagrama de Pareto para identificar las causas más representativas según AMEF.

Tabla 2. Causas Del Modo de Fallo

CAUSAS DEL MODO DE FALLO	NPR	acumulado	% acumulado	80-20
No se efectúan revisiones adecuadas durante el proceso (Corte)	90	90	20,1%	80%
Uso de equipos manuales para realizar el Corte.	63	153	34,2%	80%
Presión por cumplir con el pedido solicitado (Corte)	36	189	42,3%	80%
Presión por cumplir con la demanda solicitada (Mecanizado)	28	217	48,5%	80%
No se efectúan revisiones adecuadas durante el proceso (Mecanizado)	28	245	54,8%	80%
No se siguen los estándares del Proceso	28	273	61,1%	80%
Errores de lectura de instrumentos de medición y equipos	28	301	67,3%	80%
Estado de ánimo del operario.	27	328	73,4%	80%
Mal manejo equipos de corte.	27	355	79,4%	80%
Dificultad de identificar la precisión de las medidas en el torno.	24	379	84,8%	80%
Procedimientos de medición con herramientas mecánicas.	24	403	90,2%	80%
No existe indicador en la máquina para evidenciar la presión ejercida por los rodillos sobre las láminas.	16	419	93,7%	80%
Estado de ánimo del operario.	8	427	95,5%	80%
Posición inadecuada del operario y las piezas al soldar.	8	435	97,3%	80%
Realización de operación a criterio personal.	6	441	98,7%	80%
Presión por cumplir con la demanda solicitada.	4	445	99,6%	80%
Estado de Animo del operario.	2	447	100,0%	80%

Fuente. Autores

Figura 5. Diagrama de Pareto NPR



Fuente. Autores

El diagrama de Pareto fue el resultado de graficar los números prioritarios de riesgo y calcular sus porcentajes de incidencia, en él se muestran las causas más representativas que intervienen en el problema de producción del accesorio manhole. A partir de esto, se realiza una propuesta que solucione la principal causa raíz y directamente solucione las demás, esto con el fin de que el problema mejore oportunamente.

Tabla 3. Resultado de las principales Causas dentro del 80% diagrama Pareto

CAUSA RAIZ
No se efectúan revisiones adecuadas durante el proceso (Corte)
Uso de equipos manuales para realizar el Corte.
Presión por cumplir con el pedido solicitado (Corte)
Presión por cumplir con la demanda solicitada (Mecanizado)
No se efectúan revisiones adecuadas durante el proceso (Mecanizado)
No se siguen los estándares del proceso.
Errores en lectura de instrumentos de medición y equipos.
Estado de Animo del operario.
Mal manejo equipos de corte.

Fuente. Autores

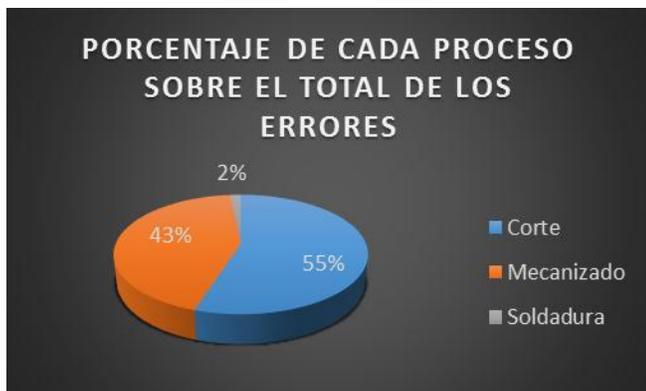
PROPUESTA

NO SE EFECTÚAN REVISIONES ADECUADAS DURANTE EL PROCESO

La operación de Corte de láminas (Lamina Cuello) dentro del proceso general de manufactura del manhole, es el que genera mayor error en la producción, las estadísticas demuestran que en el primer semestre del año 2016 se generaron 100 de 182 errores (Total de errores de toda la producción) lo que indica que es un 55% de error en solo este proceso, a su vez estos errores afectan directamente el proceso de Rolado.

Adicional a los errores presentados en el proceso de corte (Lamina Cuello), en la operación de mecanizado de partes y piezas en torno, se están generando errores en la profundidad de rayado, diámetro interno y en la distancia entre rayados de la brida, la sumatoria de estos es de 79 de 182 errores (Total de errores de toda la producción) es decir un 43%. En la figura 6 se muestra el porcentaje de cada proceso sobre el total de los errores.

Figura 6. Porcentaje de cada proceso sobre el total de los errores



Fuente. Autores

Estos errores se deben en un porcentaje a que no se realizan las revisiones adecuadas durante el proceso, ya que los operarios las omiten y por ende incurrir en diferentes errores. Para eliminar este problema se propone aplicar el método Kanban que significa "Etiqueta de Información", debido a que la producción de la empresa tiene un flujo de producción bajo el sistema pull es decir bajo órdenes de producción solicitada por los Clientes, esta metodología permitirá controlar la producción en cada una de las operaciones en la manufactura del manhole o inicialmente en las

que se presenten mayores problemas, la propuesta es que a nivel general en la producción se utilice este método.

Teniendo en cuenta los errores presentados se propone la siguiente metodología:

Paso 1: Identificar a todo el personal involucrado en la producción con el fin de capacitarlos y darle a conocer las características y beneficios fundamentales del método Kanban, en lo que se especificara:

- Conocer del método, objetivos y características
- Identificar las seis reglas del método
- Conocer los beneficios que trae la implantación del método.

Partiendo de esto, el personal deberá estudiar con anterioridad este método para que al momento de la capacitación la explicación de este fluya y sea comprensible para todos, adicional se realizaran actividades y talleres prácticos.

Paso 2: Identificar Restricciones que no dejen continuar con la implementación de este método, en la organización se presentan las siguientes restricciones:

- Política de entrega: Se debe tener en cuenta que el tiempo establecido para la entrega de un manhole es de 2 días máximo.
- Utilización de equipos e instrumentos para el corte: se debe emplear para el proceso una pulidora prevista de un disco de corte de 1/16" x 7".
- El proceso de corte solo se puede realizar en el horario de la mañana.

Paso 3: Alcance del método Kanban

Al conocer todo el proceso y la identificación de los errores, se tiene que las operaciones en las que se van a utilizar el método Kanban son: Corte y Mecanizado.

En este alcance los proveedores no se incluyen ya que se cuenta con una buena relación la cual no afecta la producción.

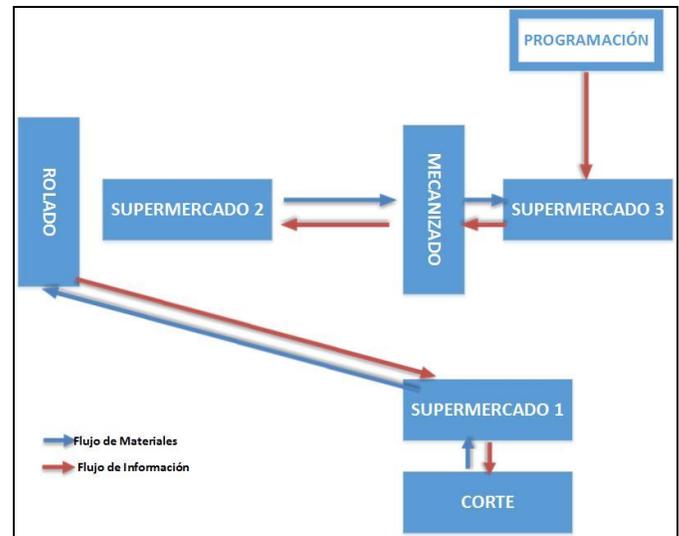
Paso 4: Planteamiento de actividades para cumplir las seis reglas de Kanban

- Regla 1 “no se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes”: El error presentado durante cualquier proceso debe ser divulgado inmediatamente a los supervisores y al personal encargado para actuar oportunamente.
- Regla 2 “Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario”: Para seguir el proceso adecuado cada operario debe requerir el material con la tarjeta Kanban, sin esta no se despachara nada. Los materiales deben estar marcados con la tarjeta Kanban, se debe seguir adecuadamente cada uno de los procesos.
- Regla 3 “Producir solamente la cantidad exacta requerida”: La organización como maneja producción de acuerdo a la orden que solicite el cliente, debe continuar manejando el proceso como lo lleva de acuerdo a lo solicitado y producir en secuencia de acuerdo al Kanban.
- Regla 4 “Balancear la producción”: De acuerdo a la producción es necesario mantener al equipo de trabajo informado de la cantidad necesaria que se debe producir de manhole y el tiempo en el cual deben producirlo.
- Regla 5 “Kanban es un medio para evitar especulaciones”: cada proceso debe ir de la mano con el otro siguiente con el fin de que un proceso no sufra demorar por otro, por lo tanto, todas las personas involucradas deben saber cómo va el proceso.
- Regla 6 “Estabilizar y racionalizar el proceso”: con el fin de que la producción funciones es necesario que todos cumplan y sepan las cinco reglas indicadas.

Paso 5: Realizar Diagrama en el cual se represente el método Kanban

De acuerdo al método el flujo de información y de materiales en el proceso de fabricación del manhole el diagrama es el siguiente:

Figura 7. Flujos de Información y de Materiales



Fuente. Autores

Los supermercados son lugares cercanos al área de cada operación donde cada producto en proceso será administrado mediante los Kanban.

Paso 6: Seleccionar el tipo de Kanban a utilizar en el proceso

El tipo de Kanban se define de acuerdo al tipo de instrucción que la operación subsecuente envíe a la operación anterior. Si la operación anterior envía una señal para obtener material se utiliza un Kanban de material; pero si la operación anterior lo que requiere enviar es una señal de iniciar la producción se utiliza un Kanban de Producción.

La abreviatura para las dos etiquetas será la siguiente:

- Kanban señalador o de material: T Kanban
- Kanban de Producción: P Kanban

Los tipos de Kanban que se utilizara en las operaciones mencionadas en el alcance son las siguientes:

Tabla 4. Tipos de Kanban en la Operación

Operación	Tipo de Kanban
Corte	T Kanban
Supermercado 1	P Kanban
Rolado	T Kanban
Supermercado 2	P Kanban
Mecanizado	T Kanban
Supermercado 3	P Kanban

Fuente: Autores

Paso 7: Elaborar modelo de etiqueta según el modelo Kanban, teniendo en cuenta que se identifique la siguiente información

- Descripción del producto
- Nombre Accesorio
- Cantidad requerida
- Medidas especiales (cliente) o estándares
- Almacenamiento producto final
- Proceso de producción

El ejemplo de las tarjetas Kanban son las siguientes:

Figura 8. Kanban de Producción o P Kanban

Kanban de Producción o P Kanban				IP INOXPETROL S.A.S.	
Descripción del Producto				Proceso	
Accesorios					
Schedule	Estandar		Especial		
Cantidad			Unidad de medida		
Area de almacenamiento					
Area de la entrega				Tarjeta #	

Fuente. Autores

Figura 9. Kanban de Material o T Kanban

Kanban de Material o T Kanban				IP INOXPETROL S.A.S.	
Descripción del Producto				Proceso	
Accesorios				Predecesor	
Schedule	Estandar		Especial		
Estante de Almacenamiento				Proceso Subsecuente	
Tarjeta #					

Fuente. Autores

Ya elaboradas estas tarjetas y/o etiquetas se hace una presentación de la misma a los empleados con el fin de que indiquen si la información que se solicita es la correcta o si se ha omitido algún tipo de información importante, se sugiere realizar varias revisiones para que la etiqueta final sea la indicada para toda la producción.

Paso 8: Realizar entrenamiento de acuerdo a lo que aplique el método en su función.

Es de gran beneficio para INOXPETROL S.A.S garantizar que el operario sea consciente de la importancia y del porque se aplica Kanban en el proceso de una manera tal que la calidad del producto consiga una mejora significativa, se debe hacer caer en cuenta los aspectos que se verán beneficiados con esta implementación como lo son:

La eficiencia, evitar tiempos muertos durante la ejecución del proceso, el no desaprovechamiento de recursos ya que no tendrá altos niveles de inventario, áreas limpias, etc. Con esto se garantiza minimizar las piezas con deficiencias y así generar mayor efectividad en la entrega del producto final con estándares de calidad y la respectiva satisfacción del cliente.

Paso 9: Gestionar para que se realicen prueba piloto con el fin de que se compruebe el funcionamiento del método Kanban y que este es adecuado para iniciar ya que a medida que se va gestionando la aplicación se van evidenciando diferentes mejoras. Se propone realizar estas pruebas en el término de una semana para que el grupo de trabajo gestione y documente:

- Resultados generados en cada parte del proceso (En este caso los resultados propios del trabajador)
- Inconvenientes que se evidenciaron con su grupo o área de trabajo
- Generar propuesta de mejora si aplica o soluciones de las mismas

Paso 10: Poner en funcionamiento el método Kanban

Una vez realizadas las pruebas pilotos y los ajustes o mejoras que hayan resultado durante las pruebas, se inicia el funcionamiento al 100% del método Kanban aplicado a todas las áreas que intervienen en la fabricación del accesorio manhole, siempre y cuando se tenga presente el alcance indicado y en cuenta las restricciones con las que cuente la compañía.

Paso 11: Realizar un monitoreo y revisión del método ya implantado.

Es de gran importancia realizar mediciones durante la ejecución del Kanban y así identificar ajustes pertinentes que se deben realizar buscando siempre la mejora continua en el proceso de fabricación, y para esto es necesario que el operario al momento de la implementación tenga pausas en el proceso y haga la verificación pertinente de la efectiva implementación en su puesto de trabajo.

Seguido de esto es importante identificar los niveles de avances logrados en el proceso y esto se puede identificar al revisar niveles de inventarios, tiempos de fabricación de la pieza, defectos en los manhole, y con esto tener claras las oportunidades en la implantación del método. Es aconsejable divulgar resultados obtenidos en cada una de las fases para así lograr que todos los departamentos de la empresa identifiquen oportunidades de mejora y logros obtenidos durante la implantación del Kanban.

IMPACTO DE KANBAN EN LA DISMINUCIÓN DE LOS ERRORES

Como se mencionó al principio la operación de Corte era la que más generaba errores en la producción (19%), seguida de la operación de Mecanizado (15%).

Después de desarrollar la propuesta aplicando la metodología Kanban, la empresa INOXPETROL S.A.S. disminuiría los errores en Corte en un 60%. Se muestra de manera detallada en la Tabla 5.

Tabla 5. Disminución de Errores Corte

CORTE				
Total de los errores en el corte	Causa raiz que ataca Kanban	IPR	% IPR CORTE	% que aporta para dism el error
19,31%	No se efectuan revisiones adecuadas durante el proceso	90	35,00%	6,76%
19,31%	Presión por cumplir con el pedido solicitado	63	25,00%	4,83%
				11,59%
				% Mejora sobre el error
				60,00%

Fuente: Autores

Así mismo al seguir la metodología propuesta, la operación de Mecanizado disminuirá los errores en un 51%. Se muestra de manera detallada en la Tabla 6.

Tabla 6. Disminución de errores Mecanizado

MECANIZADO				
Total de los errores en el corte	Causa raiz que ataca Kanban	IPR	% IPR Mecanizado	% que aporta para dism el error
15,25%	No se efectuan revisiones adecuadas durante el proceso	28	17%	2,59%
15,25%	No se siguen los estandares del proceso.	28	17%	2,59%
15,25%	Presión por cumplir con la demanda solicitada.	28	17%	2,59%
				7,78%
				% Mejora sobre el error
				51,00%

Fuente: Autores

En la tabla 7 que está a continuación se detalla el porcentaje antes y después de implementar Kanban

Tabla 7. Porcentaje antes y después del Método

Proceso	Cantidad de errores por proceso	Numero de manholes producidos	Porcentaje de errores por proceso	Aplicando Kanban
Corte	100	518	19,31%	8,00%
Mecanizado	79	518	15,25%	7,47%
Soldadura	3	518	0,58%	0,58%
Total de errores	182		35,14%	16,05%
			Disminución	19,09%

Fuente: Autores

COSTOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La información detallada a continuación son los costos que la empresa debe invertir para implementar la metodología Kanban:

Tabla 8. Capacitación de Personal de Producción

Personal	Numero de Personas	Cantidad de horas capacitación	Valor Hora Capacitación	Valor Total
Operarios	8	80	\$ 15.000	\$ 9.600.000
Jefes de Producción	1	80	\$ 15.000	\$ 1.200.000
			Total	\$ 10.800.000

(ECCI, 2016)

Tabla 9. Implementos Kanban

Implementos Kanban	Cantidad	Vlr Unitario	Valor Total
Tarjetas Kanban	1554	\$ 300	\$ 466.200
Tablero Secuenciador	1	\$ 775.000	\$ 775.000
Contenedores	12	\$ 47.000	\$ 564.000
Rack	3	\$ 600.000	\$ 1.800.000
			\$ 3.605.200

(Supermarket, 2016)

Tabla 10. Inversión Total

Plan de Inversión		
	2015	2016
Capacitación Inicial	\$ 10.800.000	\$ -
Tarjetas Kanban	\$ 155.400	\$ 310.800
Implementos Kanban	\$ 3.139.000	\$ -
Total Inversiones	\$ 14.094.400	\$ 310.800

(Supermarket, 2016)

Así mismo evaluamos el costo que generan los errores en las diferentes operaciones para compararlo con el valor a invertir implementando la propuesta planteada.

En la Tabla 11 se encuentra detallado los costos en los que incurre en la empresa cuando se presentan defectos, este costo es de \$88.895.00 y el de la inversión propuesta es de \$14.094.400 es decir tan solo el 16% del valor que generan los errores, la empresa ahorraría \$74.800.600.

Tabla 11. Costos Inoxpetrol SAS

Operación	Costo por Operación	No de Errores	Mano de Obra	Materia Prima
Corte	\$ 15.000	100	\$ 1.500.000	\$ 5.000.000
Rolado	\$ 7.500	100	\$ 750.000	\$ -
Bombeado y pestañado	\$ 10.000	0	\$ -	\$ -
Mecanizado	\$ 45.000	79	\$ 3.555.000	\$78.000.000
Soldadura	\$ 15.000	3	\$ 90.000	\$ -
Armado	\$ 20.000	0	\$ -	\$ -
Brillado	\$ 4.000	0	\$ -	\$ -
Total Costo Operaciones por Manhole	\$ 116.500	282	\$ 5.895.000	\$83.000.000
		Suma total	\$	88.895.000

Fuente: Autores

Los aspectos importantes que generamos fue la utilización del método Kanban para que la organización pueda minimizar al mínimo porcentaje los errores que presentan y que la producción continúe trabajando de forma óptima y con calidad.

CONCLUSIONES

- En el transcurso de la investigación y elaboración de la propuesta, señalamos diferentes factores acerca del método Kanban, donde buscamos dar mejora a los procesos, y la eliminación de errores dentro del proceso de fabricación del accesorio Manhole. Si bien Kanban es un método que busca dar solución a diversos problemas, la implantación debe seguir los procedimientos correspondientes y los pasos anteriormente nombrados en la

propuesta, esto le facilitara a INOXPETROL S.A.S su uso y aplicación en todos los procesos de manufactura y su éxito en la organización.

- El compromiso de la alta gerencia de la empresa se ve involucrada en este proceso en gran medida ya que de ellos depende la implantación de esta estrategia para que su funcionamiento sea de una manera efectiva, comprometiendo y capacitando al personal de una forma eficiente, ya que los operarios son el factor primordial para llegar a los resultados propuestos.
- El desarrollo del presente trabajo hace posible implantar un modelo estructurado y exitoso para el proceso a mejorar, garantizando la satisfacción del cliente y la mejora continua en las diferentes áreas de la compañía.
- Al utilizar el método Kanban se logrará disminuir el 19%, con respecto al total de los errores que se presentan actualmente en el proceso de fabricación del accesorio manhole.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, si se desea llevar con éxito este método, primero se capacite o se especialice una persona que sepa o tenga conocimiento sobre el mismo, el cual puede ser una persona de la organización o una persona externa.
- Se recomienda a la organización disponer de un presupuesto, para implementar este método con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.
- Se debe realizar controles programados en diferentes etapas del proceso, con el propósito de verificar la efectividad del método y así ajustar los cambios y modificaciones que se presenten, de esta forma buscar que el método se afiance y el proceso mejore.
- Se recomienda elaborar un cronograma de la implantación del método Kanban ya que esto le permitirá a la empresa conocer de manera detallada las actividades a hacer y las respectivas fechas para el cumplimiento de las mismas, esto con el fin de que en cualquier momento de la implantación se pueda conocer el avance del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- Amelia, T. G., & Idalianys, U. G. (2014). Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matematicas. *Revista de Metodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 17.

- Aragón., F. E. (2016). "PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD A TRAVÉS DEL CONTROL Y. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 216.
- Armenteros, A. M., Balboa, J. L., & Mingorance, J. L. (2010). Error, Incertidumbre, Precisión y Exactitud, Terminos asociados a la Calidad Espacial del Dato Geografico. *Revista CICUM*, 8.
- Bendix, F. (1973). *Alrededor del Trabajo de los Metales*. España: Editorial Reverte SA.
- CARDONA, D. S. (2013). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA KAIZEN. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CALI, 131.
- ECCI, U. (15 de Agosto de 2016). *Universidad ECCI*. Obtenido de Universidad ECCI: <http://bogota.ecci.edu.co/index.php/programas/educacion-continuada>
- Garavito, T. G., Gómez, J. C., & Cabrera, J. P. (2013). Planificación Jerárquica de la Producción (Hierarchical Production Planning) El estado del Arte y Presentación de Experiencias. *Biblioteca Digital Universidad del Valle*, 16.
- García, D. (25 de Febrero de 2014). Solución de Problemas "8 Disciplinas". *Boletín Tecnico TUV RHEINLAND DE MEXICO*, pág. 3.
- Jimenez, D. (16 de 12 de 2012). *Pymes y Calidad 2.0*. Obtenido de Pymes y Calidad 2.0: <http://www.pymesycalidad20.com/8-disciplinas-metodo-resolver-problemas.html>
- LONDOÑO, L. N. (2007). PROYECTO PROPUESTA DE MEJORA DE MÉTODOS. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 107.
- Martínez, L. S., & Rodríguez, B. P. (2008). Tratamiento de los Errores en las Mediciones Mecánicas. *Monografías UMCC*, 20.
- MONTOYA, L. A. (2008). APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN LAS ORGANIZACIONES. *Scientia et Technica Año XIV*, 6.
- Osorio, J. C., & Motoa, T. G. (2008). Planificación Jerárquica de la Producción en un Job Shop Flexible. *Revista Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería*, 14.
- Ramírez, Z. A. (2009). "USO DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, 84.
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. (2006). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. Mexico: Pearson.
- RESTREPO, A. J., & LÓPEZ, S. A. (2012). Propuesta de Mejoramiento de Procesos Productivos para Empresas Metalmeccánicas Caso: Productos Confort S.A. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 114.
- Serna, M. D., Campuzano, L. F., & Cortes, J. A. (2015). Mejoramiento de Procesos de Manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13.
- Supermarket, L. (15 de Agosto de 2016). *Lean Supermarket*. Obtenido de Lean Supermarket: <http://www.leansupermarket.com/kanban-system/>